

グラフェンの反磁性を利用した浮揚に関する数値計算

～世界一薄い物質を空中に浮かせる～

工学研究科 材料・放射光工学専攻

○教授 ^{いぬい}乾 ^{のりお}徳夫, M1 ^{まえぶちかずのり}前湊一徳

キーワード

グラフェン, 反磁性, 磁気浮揚, ブラウン運動, グラフェンカンチレバー, グラフェンメカニカルナノスイッチ, シミュレーション

研究概要

グラフェンは炭素原子がシート状に並んだ物質で、その厚みが原子 1 個分しかないために 2 次元物質と呼ばれており、既存の物質には無い優れた物性を有します。まず、極めて強靱でありながらしなやかに曲げることができ、また、大きな電子移動度を有します。そのため、フレキシブル電極として実用化されています。さらにグラフェンは反磁性を有します。そのため、磁石に近づけると反発力が生じます。発生する力は決して大きくはありませんが、既存物質の中では最強クラスです。よって、グラフェンが極めて軽いことから、この反発力で空中に浮揚できるのではないかと期待されています。しかし、グラフェンの取り扱いが難しいため実現には至っていません。そこで、本研究では空気中に磁気浮揚しているグラフェンの運動を理論的に解析しました。他のナノ物質と比較して、単位面積あたりの質量が小さいため空気分子の衝突による運動（ブラウン運動）の影響が大きく、かつグラフェンの磁気異方性による回転が重要であることを見出しました。

アピールポイント

グラフェンが積層した物質はグラファイトであり、下図のように組み合わせられた磁石の上に配置すると比較的容易に浮揚させることができます。図では浮揚しているグラファイト平板とネオジウム磁石の間に薬包紙を差し込んで、浮揚を確認しています。同じことを静電気により行うことは困難で制御が必要となります。しかし、反磁性を利用すると制御なしで安定にグラファイト板を浮揚させることができます。このように物体を浮揚させることができると、基板等との接触がなくなるので、対象物体そのものの物性を測定することができます。また、摩擦が低減することから微小な力で駆動でき、高感度の力センサーとして利用できます。さらに、グラファイトの反磁性は温度によって変化するため、レーザー照射により加熱すると、磁気反発力を変化させることができます。その結果、浮揚したグラファイトの位置を光学的に制御できます。同様のことがグラフェンでも可能と考えられていますが、グラフェンの磁氣的性質が十分解明されていないため実現していません。特にグラフェンの層数が 1 枚である単層グラフェンには多くの問題が残っています。そこで、本研究の数値計算結果と実験を比較することで、グラフェンの基礎物性の理解が進むと期待されます。

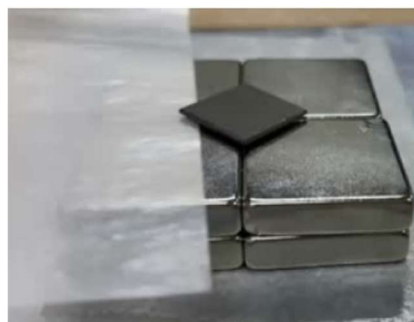


図 磁石の上で浮揚する
グラファイト平板